Dugesiana 20(2): 263-277
Fecha de publicación: 28 de diciembre de 2013

Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la región andina colombiana, con énfasis en la entomofauna

Aquatic Macroinvertebrate community composition from small streams of the Andean region of Colombia, with emphasis on the entomofauna

María del Carmen Zúñiga[1, 2, 3], Julián Chará[1], Lina Paola Giraldo[1], Ana Marcela Chará- Serna[1] y Gloria Ximena Pedraza[1]

[1]Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria –CIPAV, Carrera 25 No. 6-62, Cali, Colombia. [2]Universidad del Valle. Departamento de Biología, Grupo de Investigaciones Entomológicas, Apartado Aéreo 25360. Cali, Colombia. [3]maczuniga@gmail.com

RESUMEN

En la zona andina colombiana las pequeñas quebradas conforman una extensa red hídrica que da origen a los ríos más importantes del país y prestan servicios ambientales fundamentales para la población rural asentada en sus microcuencas. A pesar de la importancia de estas quebradas, existe poca información sobre la diversidad de organismos que albergan. Este trabajo se realizó con el fin de evaluar la composición de macroinvertebrados bentónicos asociados a 28 quebradas andinas de primer y segundo orden, ubicadas en la cuenca del río La Vieja (Valle del Cauca). Los resultados evidencian que en esta región la comunidad de macroinvertebrados es abundante y diversa. Se recolectaron 32,319 especímenes, distribuidos en cuatro phyla, ocho clases, 18 órdenes, 73 familias y 91 géneros. Los phyla mejor representados fueron Arthropoda y Mollusca, mientras que Insecta, Gastropoda y Bivalvia, fueron las clases más importantes. En las microcuencas estudiadas se observó marcada dominancia de Chironomidae. Odonata también presentó una abundancia significativa, patrón que contrasta con la usual baja abundancia del orden en corrientes de mayor tamaño. Los géneros de mayor ocurrencia fueron *Smicridea, Heterelmis, Atrichopogon, Farrodes, Argia* y *Limnocoris,* que también presentaron patrones de distribución diferentes a los que se observan en corrientes de mayor caudal. Por otro lado, dentro del orden Ephemeroptera, se destaca el género *Zelusia* (Baetidae) como nuevo registro de distribución para la región andina del Valle del Cauca. Estos resultados demuestran que a pesar de que las quebradas estudiadas son de bajo orden y están inmersas en paisajes agropecuarios, constituyen importantes reservorios de diversidad local y regional.

Palabras clave: Arroyos andinos, diversidad, insectos acuáticos, zona cafetera, ecosistemas acuáticos, Colombia.

ABSTRACT

The Colombian Andes are irrigated by an extensive network of small streams that originate the most important rivers of the country and contribute fundamental ecosystem services to local rural communities. Despite the importance of these stream ecosystems, little is known about their biological diversity and function. This work evaluated benthic macroinvertebrate composition in 28 first and second order streams located in La Vieja River Basin (Colombia's central Andes). Results evidenced the high abundance and diversity of the regional macroinvertebrate community. A total of 32,319 individuals, distributed in four phyla, eight classes, 18 orders, 73 families and 91 genera, were collected. Arthropoda and Mollusca were the best represented phyla, whereas Insecta, Gastropoda and Bivalvia, were the most important classes. Chironomidae was the dominant taxa in the studied streams. Odonata was also abundant, contrasting with the typical low abundance of this group in higher order systems. The most common genera were *Smicridea, Heterelmis, Atrichopogon, Farrodes, Argia* and *Limnocoris*, which also presented distribution patterns different than those found in larger streams. Within the Ephemeroptera, the genus *Zelusia* (Baetidae) is highlighted as a new distribution record for the Andean region of the Valle del Cauca. Results demonstrate that even though the studied systems are small and immersed in agricultural landscapes, they harbor an important component of the regional and local diversity.

Key words: Andean streams, diversity, aquatic insects, coffee-growing region, aquatic ecosystems, Colombia.

INTRODUCCIÓN

Aunque no existe una definición clara sobre el término quebradas pequeñas, en el contexto de este documento se refiere a las quebradas de primer a tercer orden, que según la clasificación de Strahler poseen caudales inferiores a 100 litros por segundo (Gordon *et al.* 1992). En la zona andina colombiana estas corrientes conforman una extensa red hídrica que da origen a los ríos más importantes del país. Estas quebradas son fundamentales para las poblaciones rurales asentadas en sus microcuencas, pues son usadas para el abastecimiento de acueductos y aprovechadas en diferentes actividades agropecuarias (Chará *et al*. 2007, 2009).

La cuenca del río La Vieja, ubicada en los departamentos del Quindío, Valle del Cauca y Risaralda, ha sufrido un proceso acelerado de cambio de uso del suelo durante las últimas décadas. La transformación del paisaje hacia monocultivos agrícolas y ganaderos ha generado problemas como degradación del suelo (Sadeghian *et al.* 1999), pérdida de diversidad y disminución de la calidad y cantidad de agua, especialmente en quebradas de primer y segundo orden (Chará *et al*. 2009).

Los macroinvertebrados acuáticos, que incluyen principalmente moluscos, anélidos e insectos de diferentes órdenes en estado inmaduro, son componentes importantes de la fauna de las quebradas debido a su abundancia, diversidad

y función ecológica. Adicionalmente, generan información valiosa para determinar el impacto de las actividades humanas sobre estos recursos hídricos (Bonada *et al*. 2006). La presencia de diferentes grupos en determinados cuerpos acuáticos puede reflejar el estado del ecosistema en términos de calidad del hábitat y del agua, razón por la cual son utilizados como indicadores biológicos (Alba-Tercedor 1996, Zúñiga *et al.* 1993, 1997, Ballesteros *et al.* 1997, Roldán 2003, Stein *et al.* 2008, Zúñiga y Cardona 2009).

A pesar de la importancia de las quebradas pequeñas por los servicios ambientales que ofrecen a la población local y regional, el conocimiento sobre la ecología de estos ecosistemas es incipiente. Existe poca información acerca de la diversidad de organismos acuáticos y el impacto de las actividades antrópicas sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. Tampoco se conoce con precisión la manera en que el uso del suelo, el estado del hábitat y la calidad del agua afectan estas comunidades en microcuencas de la zona andina colombiana (Chará *et al*. 2007, 2009).

Esta investigación se realizó con el objetivo de registrar el inventario de los macroinvertebrados bentónicos presentes en 28 quebradas de primer y segundo orden de la cuenca del río La Vieja (Valle del Cauca) y realizar un análisis sobre la composición de los principales órdenes que caracterizan la entomofauna acuática de estos ecosistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo durante el segundo semestre de 2003 en 28 quebradas de primer y segundo orden ubicadas en la cuenca media del río La Vieja, en los municipios del Alcalá, Ulloa y Cartago, en el norte del departamento del Valle del Cauca (Colombia). Las quebradas estudiadas se localizaron entre los 1060 y 1534 metros sobre el nivel del mar (msnm) y las coordenadas 4°38’ - 4°48’N y 75°43’- 75°53’ W (Figura 1).

El Cuadro 1 resume algunas de las características bióticas y abióticas de las quebradas estudiadas. Estas presentaban diferentes grados de perturbación y se encontraban inmersas en una matriz agropecuaria, donde predominaba la ganadería y los cultivos de café y plátano. En muchas de las quebradas se registró presencia de cultivos o pasturas hasta la orilla del curso de agua. Sin embargo, más de la mitad de las corrientes exhibieron franjas de vegetación nativa entre seis y 18 metros de ancho a cada lado. Estas franjas por lo general estaban constituidas por arbustos y rastrojos de mediano porte. Unas pocas corrientes presentaron bosques naturales de *Guadua angustifolia* o bosques secundarios en relativo buen estado de conservación.

Métodos de muestreo

La evaluación de las quebradas se realizó mediante la metodología descrita por Barbour *et al.* (1999) y adaptada por Chará (2004) para estudios en quebradas andinas. En cada quebrada se seleccionó un tramo representativo de 100 metros para evaluar las condiciones del hábitat y tomar muestras de agua para análisis fisicoquímico y bacteriológico y recolectar muestras de macroinvertebrados acuáticos.

La captura de macroinvertebrados se llevó a cabo con una red tipo D de 500 μm de ojo de malla, mediante 20 arrastres en los hábitats más representativos en proporción a su ocurrencia. Los macroinvertebrados fueron preservados en alcohol etílico al 75% para posterior identificación en el laboratorio hasta el menor nivel taxonómico posible, con la ayuda de un estereoscopio y claves especializadas para cada uno de los taxones (Posada y Roldán 2003, Manzo 2005, Domínguez *et al.* 2006, Domínguez y Fernández 2009, Springer *et al.* 2010). Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Investigaciones Entomológicas de la Universidad del Valle y los especímenes se encuentran depositados en el Museo de Entomología de esta institución (MUSENUV).

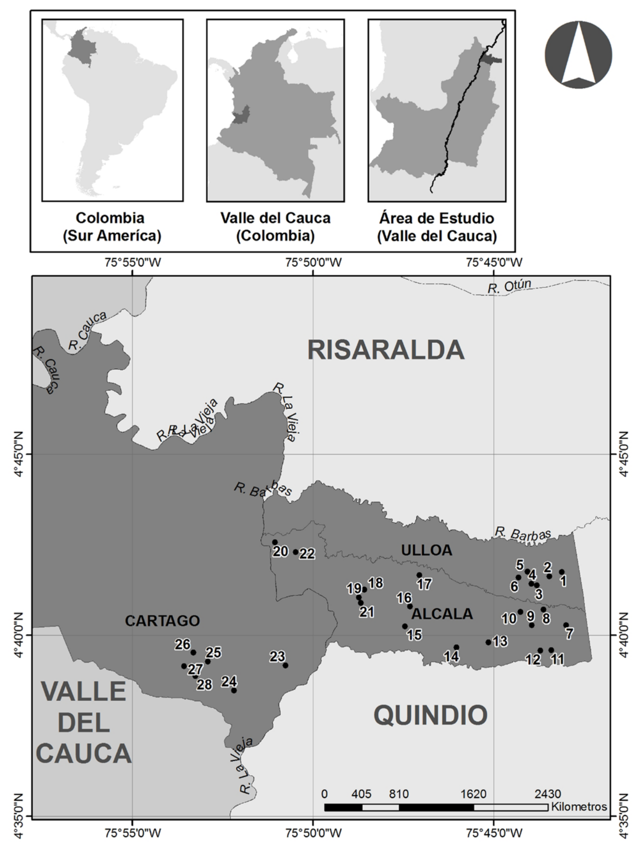


Figura 1. Área de estudio. 1: La Azulita, 2: El Bosque, 3: La Divisa - La Suerte, 4: Santa Clara, 5: El Recreo II, 6: La Cabaña II, 7: El Recreo I, 8: La Frontera, 9: Buenos Aires, 10: Pasatiempo, 11: Mi terruño- El Clavel, 12: Villa Beatriz, 13: La Julia, 14: La Gloria, 15: La Palmera, 16: Pinzacúa, 17: La Puerta de Alcalá, 18: El Porvenir. 19: La Gran Copa. 20: La Cabaña I, 21: Tesorito, 22: Villa Hanna, 23: La Florida, 24: El Guayabo, 25: Canelones-Miravalle, 26: El Porvenir II, 27: Tesalia - Dos Quebradas, 28: N.N.

RESULTADOS

En general las quebradas presentaron poca profundidad y caudal, con predominio de sustratos finos compuestos por arena, limo y lodo y tendencia a formar corrientes lentas y rápidas (Cuadro 1). En cuanto a la calidad del agua, se observó que las quebradas no presentaban condiciones severas que comprometieran la sobrevivencia de la biota presente. Con base

en el índice de calidad del agua propuesto por la Fundación Sanitaria Nacional de los Estados Unidos de Norte América ICA-FSN (Ott 1981, Dinius 1987), el 10% de las corrientes presentaron valores inferiores a 50 unidades, catalogados como malos, 78% se ubicaron entre las 51 y 69 unidades, que corresponden a calidad ambiental aceptable o regular y el 12% restante, presentó índices superiores a 70 unidades que indican buena calidad.

En el Cuadro 2 se incluye el registro detallado de los macroinvertebrados bentónicos presentes en la zona de estudio. Se recolectaron en total 32,319 especímenes, con una abundancia promedio de 1,153 individuos por quebrada y fluctuaciones entre 76 y 6,586 organismos por corriente muestreada. La fauna se distribuyó en cuatro phyla, ocho clases, 18 órdenes, 73 familias y 91 géneros, lo cual ubica a estas pequeñas corrientes como importantes reservorios de diversidad local y regional. En general, los phyla mejor representados en la muestra de macroinvertebrados fueron Arthropoda (74%) y Mollusca (25%). Para Arthropoda, la clase Insecta fue dominante en términos de abundancia y riqueza (74%), mientras que para Mollusca, las clases de mayor presencia fueron Gastropoda y Bivalvia que representaron el 16 y el 8% de los individuos del phylum, respectivamente. Los nueve órdenes registrados de la clase Insecta acumularon 23,779 individuos y las mayores abundancias relativas dentro de la clase se ubicaron en Diptera (74.5%), Trichoptera (9.2%), Coleoptera (8.1%), Ephemeroptera (3.9%), Odonata (2.8%) y Hemiptera (1.1%). Plecoptera, Lepidoptera y Megaloptera fueron órdenes minoritarios en la muestra con valores inferiores a 1%.

Ephemeroptera se encontró constituido por cuatro familias, 12 géneros y aproximadamente 15 morfoespecies (Cuadro 2, Figura 2). La familia Baetidae presentó la mayor riqueza de géneros (6), seguida de Leptohyphidae (3), Leptophlebiidae (2) y Caenidae (1). Los géneros más importantes fueron *Farrodes* y *Leptohyphes*, que en conjunto representaron el 72% de la colecta del orden.

Trichoptera se encontró conformado por siete familias y 14 géneros, que catalogan al grupo como uno de los más abundantes y diversos en la muestra (Cuadro 2, Figura 3). Las familias de mayor abundancia relativa en la zona fueron Hydropsychidae y Leptoceridae. Sin embargo, aunque Hydropsychidae es la familia más abundante sólo incluyó dos géneros (*Smicridea*, *Leptonema*), mientras que Leptoceridae presentó cuatro (*Triplectides*, *Oecetis*, *Nectopsyche*, *Triaenodes*). Las cinco familias restantes estuvieron representadas por sólo un género en cada caso.

Smicridea fue el género dominante en la muestra de tricópteros, ya que conformó el 51.4 % del orden y junto a *Triplectides* y *Leptonema* sumó el 76% de la abundancia total de organismos del orden. Nueve géneros se encontraron con abundancias intermedias y solo dos con menos de diez ejemplares (Cuadro 2).

En las quebradas del río La Vieja, Plecoptera hizo parte del grupo de órdenes minoritarios, con menos del 1% de la entomofauna y se encontró en solo el 14% de las quebradas evaluadas. Todos los ejemplares recolectados correspondieron al género *Anacroneuria* (Perlidae) que a pesar de su baja abundancia relativa, exhibió una diversidad importante a nivel específico ya que se registró la presencia de cuatro morfoespecies en estas microcuencas.

Coleoptera fue uno de los órdenes más diversos en la zona de estudio, con 14 familias y 16 géneros (Cuadro 2, Figura 4). Las familias y sus géneros predominantes en las quebradas evaluadas fueron Elmidae (*Heterelmis*) y Ptilodactylidae (*Anchytarsus*). Adicionalmente, se encontraron siete familias con frecuencias entre 1 y 4% y cinco familias por debajo del 1% del orden. Las familias con mayor riqueza de géneros fueron Elmidae (5), Staphylinidae (5) y Dryopidae (2).

Heterelmis y *Anchytarsus* fueron los taxones más numerosos y frecuentes de Coleoptera, pues representaron el 81.8% de la abundancia total del orden. Estos géneros fueron recolectados en el 75% de las quebradas ubicadas tanto en áreas protegidas como inmersas en cultivos o paisajes ganaderos.

Odonata se encontró en todas las quebradas muestreadas y estuvo conformado por siete familias y 12 géneros (Cuadro 2, Figura 5). A diferencia de los órdenes discutidos anteriormente, éste no exhibió dominancia marcada para ninguno de los taxa, ya que cuatro géneros equitativamente distribuidos acumularon el 83.2% de la abundancia total del orden.

Libellulidae fue la familia de Odonata que exhibió la mayor riqueza de géneros (8) con predominancia del género *Cannaphila*. Por otro lado, *Argia* (Coenagrionidae) fue el género con mayor número de individuos del orden.

En las quebradas estudiadas, la fauna de Hemiptera estuvo constituida por ocho familias y 10 géneros (Cuadro 2). Se recolectaron en 25 quebradas, en las cuales la composición de familias y géneros fue muy variable. Naucoridae y Veliidae conformaron el 84% del orden y fueron las familias de mayor abundancia. Las frecuencias relativas de las seis familias restantes se distribuyeron entre 1 y 4 %. Para las dos familias de mayor presencia, los géneros *Limnocoris* y *Rhagovelia* fueron los más abundantes con el 84.9% de la recolecta total del orden (Figura 6). Los ocho géneros restantes incluyeron pocos individuos e hicieron presencia en pocas quebradas de la muestra.

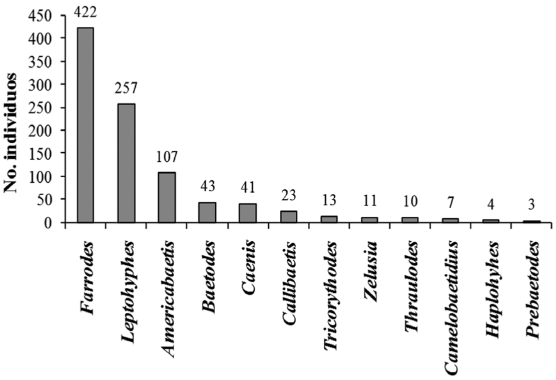
Diptera constituyó un orden dominante en las quebradas evaluadas con un 74.5% de la entomofauna total. Dentro del orden, la familia Chironomidae representó 80% de la abundancia. Este orden estuvo presente en 27 quebradas de la muestra con abundancias muy variables (Cuadro 2). El elevado número de Chironomidae recolectado (14,181) y las dificultades que representa su identificación, lo cual implica la elaboración de micro preparados, hace que hasta la fecha solo se disponga de resolución taxonómica a nivel de familia para este estudio.

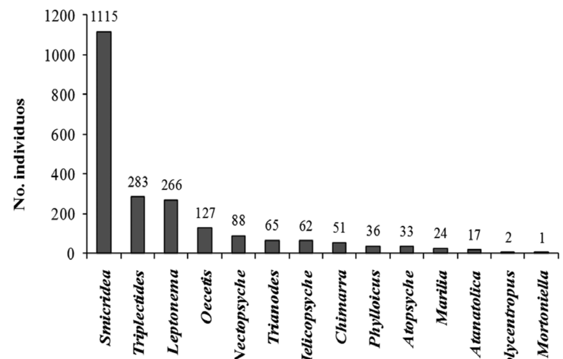
Además de Chironomidae, en las quebradas se encontraron otras 13 familias de Diptera que, con excepción de Ceratopogonidae, Simuliidae, Tipulidae y Stratiomyidae, presentaron baja abundancia relativa (Cuadro 2 y Figura 7). Para seis de ellas solo se alcanzó el nivel de familia por falta de información que permitiera una identificación confiable, lo cual sumado a la baja resolución taxonómica de Chironomidae, impide hacer una evaluación objetiva de la riqueza total de

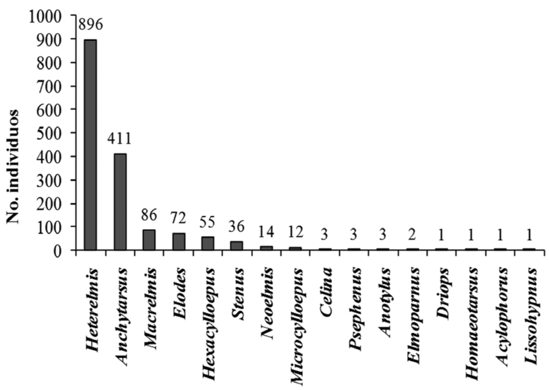
géneros en el ensamblaje de Diptera. Sin embargo, se resalta no solo la abundancia del orden sino su alta diversidad, porque a pesar de que sólo se identificó a nivel genérico el 20% del orden, se reportaron 21 géneros, que ubican al orden como el de mayor riqueza en la entomofauna presente.

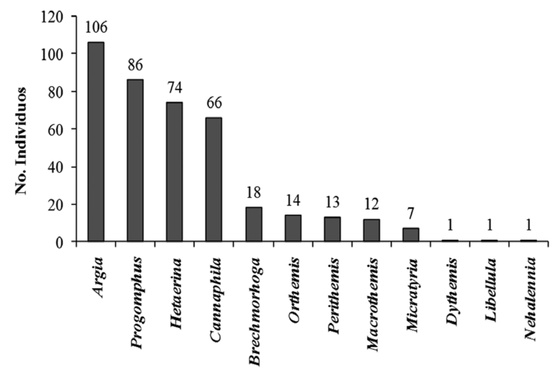
Para las familias con mejor resolución taxonómica, la mayor riqueza de géneros fue presentada por Stratiomyidae (6), Tipulidae (6) y Ceratopogonidae (4). Stratiomyidae y Tipulidae han sido relacionados con ambientes ricos en carga orgánica residual (Roldán 2003, Zúñiga y Cardona 2009), pero en esta muestra, los géneros reportados se ubicaron en una amplia gama de quebradas con diferente perfil ambiental. Para estas dos familias, *Odontomyia, Gonomyia* y *Hexatoma* se distribuyeron en el mayor número de quebradas.

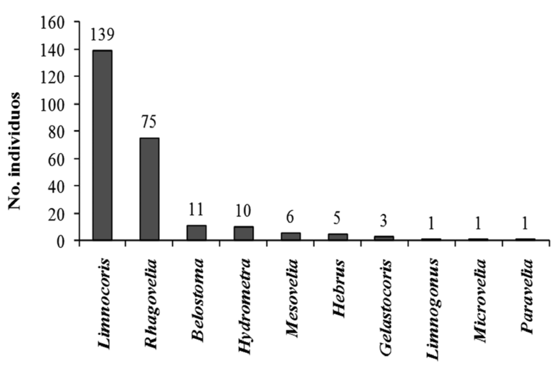
Por otro lado, en las quebradas analizadas se encontraron los dos géneros de Simuliidae conocidos para Colombia (*Gigantodax* y *Simulium*). *Simulium* presentó mayor abundancia y más amplia distribución, ya que se ubicó en 28 de las quebradas estudiadas, mientras que *Gigantodax* se presentó en 11 de ellas y con un menor número de individuos. Con base











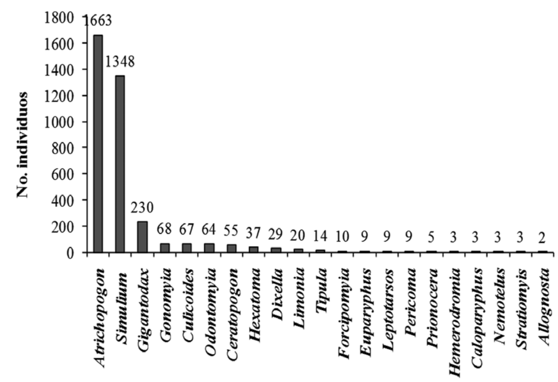


Figura 2. Abundancia de géneros de Ephemeroptera en quebradas de la región andina colombiana. Figura 3. Abundancia de géneros de Trichoptera en quebradas de la región andina colombiana. Figura 4. Abundancia de géneros de Coleoptera en quebradas de la región andina colombiana. Figura 5. Abundancia de géneros de Odonata en quebradas de la región andina colombiana. Figura 6. Abundancia de géneros de Hemiptera en quebradas de la región andina colombiana. Figura 7. Abundancia de los géneros de Diptera en quebradas de la región andina colombiana.

en los 21 géneros identificados, *Atrichopogon* y *Simulium* fueron dominantes pues constituyeron el 82.5% de los dípteros identificados a nivel genérico, mientras que 10 géneros hicieron presencia con abundancias iguales o inferiores a 10 individuos (Figura 7).

DISCUSIÓN

A continuación se hace una breve descripción de los ensamblajes correspondientes a los principales órdenes de entomofauna registrados en las quebradas de la cuenca del río La Vieja.

Ephemeroptera.

La abundancia relativa de las familias de Ephemeroptera registrada en la zona de estudio concuerda con la distribución que, en términos generales, se reporta a nivel neotropical y nacional (Roldán 1980, 1985, Muñoz y Ospina 1999, Zúñiga *et al.* 2004, Domínguez *et al.* 2006, Casas *et al.* 2006, Dias *et al.* 2009, Gutiérrez y Reinoso 2010, Springer *et al.* 2010). Estos datos indican que las quebradas pequeñas estudiadas albergan 44.4% de las familias y 22.6% de los géneros de Ephemeroptera conocidos en Colombia, de manera que constituyen ambientes importantes a ser tenidos en cuenta en programas y estrategias de conservación de diversidad regional.

Farrodes y *Thraulodes* (Leptophlebiidae) son géneros de ocurrencia frecuente en corrientes hídricas del neotrópico. Sin embargo, en estas quebradas se destaca la proporción mayoritaria que exhibe *Farrodes* respecto a *Thraulodes,* ya que mientras el primero constituyó el 45% de la recolecta del orden, el segundo representó sólo el 1%. A pesar de no tener información precisa acerca de la dinámica de las poblaciones de estos taxones en los ambientes evaluados, es evidente el contraste de estos datos con el marcado predominio que usualmente reporta *Thraulodes* en cuerpos de agua de mayor tamaño y caudal (Zúñiga *et al.* 1994, 1997, Jacobsen *et al.* 1997, Posada *et al.* 2000, Ramírez *et al.* 2004, Casas *et al.* 2006, García *et al.* 2009).

A pesar de la baja abundancia de *Zelusia*, el registro de este género es importante, porque su presencia en la zona andina del norte del Valle del Cauca permite la ampliación del rango de distribución conocido en Colombia. Este género ha sido citado en pocas localidades de los departamentos de Cundinamarca, Risaralda, Tolima y la región del litoral pacífico del Valle del Cauca. (Zúñiga *et al*. 2004, Montoya y González 2008, Dias *et al*. 2009, Gutiérrez y Reinoso 2010).

En términos generales, las mayores abundancias del orden Ephemeroptera parecieron asociarse con corrientes de sustratos pedregosos de buena calidad de agua y hábitat. Sin embargo, este orden no fue dominante en ninguna quebrada de la cuenca del río La Vieja. Este hecho contrasta con algunos estudios realizados en zona andina neotropical y en esta misma región geográfica, que reportan a Ephemeroptera entre los órdenes predominantes en quebradas y cuerpos de agua corriente de mayor tamaño (Zúñiga *et al.* 1994, 1997, Jacobsen *et al.* 1997, Posada *et al.* 2000, Stein *et al.* 2008, Cardona *et al.* 2009, Meza *et al.* 2012).

Trichoptera.

Los resultados reportados en este estudio indican que la fauna de tricópteros de la cuenca del río La Vieja equivale a 53.8% de las familias y 26.7% de los géneros conocidos en Colombia, lo cual constituye un aporte valioso al conocimiento de la diversidad local y regional del orden.

La marcada abundancia relativa de las familias Hydropsychidae y Leptoceridae concuerda con la distribución que usualmente se reporta para el Neotrópico y Colombia (Correa *et al.* 1981, Ballesteros *et al.* 1997, Muñoz-Quesada 2000, 2004, Posada *et al.* 2000, Guevara-Cardona *et al.* 2007, Stein *et al.* 2008, Angrisano y Sganga 2009, García *et al.* 2009, Vásquez-Ramos *et al.* 2010, Springer *et al.* 2010). En estas quebradas es importante resaltar la marcada dominancia de *Smicridea* respecto a *Leptonema*. Estos dos géneros de Hydropsychidae son muy comunes y abundantes en una amplia gama de ambientes. Sin embargo, en corrientes de mayor orden y caudal, ubicadas en la región andina en rangos altitudinales similares, se observa una tendencia notoria hacia mayores abundancias de *Leptonema* sobre *Smicridea* (Ballesteros *et al.* 1997, Zúñiga *et al.* 1993, Posada *et al.* 2000, Posada y Roldán 2003, Guevara- Cardona *et al.* 2007, Cardona *et al.* 2009, Vásquez-Ramos *et al.* 2010, Meza *et al.* 2012).

Helicopsyche, Mortoniella y *Phylloicus,* se contaron entre los géneros minoritarios en la muestra. Como se ha discutido anteriormente, los microhábitats con alto contenido de sedimentos finos en las microcuencas aludidas, parecen no favorecer el desarrollo de mayor número de ejemplares de estos géneros, de aparición frecuente en corrientes de mayor tamaño en zona andina colombiana. Los dos primeros se asocian de manera preferencial a sustratos pedregosos y corrientes rápidas, mientras que el tercero se ha encontrado con abundancias altas en paquetes de hojarasca, en aguas con niveles de oxígeno cercanos a la saturación y en mayores altitudes (Ballesteros *et al.* 1997, Guevara-Cardona *et al.* 2007, Cardona *et al.* 2009, Chará-Serna *et al.* 2010, 2012).

Plecoptera.

La dominancia del género *Anacroneuria* en los ecosistemas muestreados corrobora la información reportada por Stark *et al.* (2009) a nivel neotropical. La presencia de este género en estas corrientes de poco caudal mostró tendencia a relacionarse con aquellas de mayor porcentaje de sustratos gruesos como piedras y grava, mejor calidad del agua y con presencia de corredores con vegetación ribereña.

La poca abundancia del orden Plecoptera probablemente se debe a la dominancia de sustratos finos y corrientes lentas en las quebradas evaluadas. Este grupo de insectos se reportan en general en corrientes rápidas, con altos niveles de saturación de oxígeno, altos porcentajes de sustratos gruesos en el lecho y presencia de hojarasca (Zúñiga *et al.* 1993, Tamaris-Turizo *et al.* 2007, Zúñiga 2010).

Coleoptera.

El presente estudio indica que las quebradas andinas estudiadas albergan una significativa porción de la diversidad del orden Coleoptera a nivel sudamericano. Con 16 géneros reportados, este registro representa el 48% de la fauna conocida a nivel genérico en América del Sur (Archangelsky *et al.* 2009).

La dominancia de Elmidae (*Heterelmis*) y Ptilodactylidae (*Anchytarsus*) constituye una situación común en cuerpos

de agua corriente de diferente tipo, lo cual concuerda con la distribución general del orden a nivel sudamericano y nacional (Mosquera *et al.* 2002, Manzo 2005, Caupaz-Flórez *et al.* 2006, Arias-Díaz *et al.* 2007, Cardona *et al.* 2009, Archangelsky *et al.* 2009). Por otro lado, *Psephenus* (Psephenidae) que es un género muy común en corrientes de mayor tamaño con sustratos pedregosos, hizo presencia en solo dos quebradas de la zona estudiada. Otros géneros de Elmidae que son frecuentes en diferentes tipos de corrientes hídricas pero con baja abundancia en la muestra fueron *Macrelmis, Hexacylloepus, Neoelmis* y *Microcylloepus* (Mosquera *et al.* 2002, Caupaz-Flórez *et al*. 2006, Arias-Díaz *et al.* 2007, Cardona *et al.* 2009).

A pesar de la baja representación de Staphylinidae en la muestra (2%), se destacan los recientes registros de distribución para esta ecorregión (*Acylophorus, Anotylus, Homaeotarsus, Lissohypnus* y *Stenus*). La presencia de algunos de estos géneros se puede atribuir a las condiciones de sustrato de las quebradas andinas estudiadas. Estos reportes constituyen un aporte valioso para el conocimiento de una familia de coleópteros que ha recibido muy poca atención, en comparación con otros componentes de la comunidad bentónica en ecosistemas acuáticos de la región (Gutiérrez-Chacón *et al.* 2009).

Aunque la riqueza de coleópteros tiende a ser mayor en ambientes lénticos (Archangelsky *et al.* 2009), en estas microcuencas se reportó una abundancia y riqueza significativa de individuos de este orden. Este hecho puede atribuirse a la tendencia que tienen las pequeñas corrientes al predominio de sustratos finos, corrientes lentas y bajas pendientes. Estas condiciones convierten a las macrófitas y a la vegetación marginal en los principales microhábitats disponibles en el lecho húmedo (43 y 4% respectivamente), lo cual crea ambientes propicios para el desarrollo de este tipo de organismos bentónicos.

Odonata.

En general, Odonata no es un componente abundante de la entomofauna en ambientes lóticos y cuerpos de agua con caudal y orden de magnitud superiores (Arango y Roldán 1983, Zúñiga *et al.* 1993, 1994, Cardona *et al.* 2009, García *et al.* 2009, Meza *et al.* 2012). Sin embargo, en las quebradas pequeñas de la cuenca del río La Vieja, es evidente la importancia del grupo. Como se ha mencionado para otros grupos, la presencia de macrófitas en las corrientes, la vegetación marginal o pasturas, que en algunos casos llegan hasta el lecho húmedo y el predominio de sustratos finos y corrientes lentas, son condiciones que aparentemente favorecen el desarrollo de este grupo de organismos bentónicos. Astudillo *et al.* (2005) reportan, en cuerpos de agua del suroccidente colombiano, la preferencia de *Argia* por las macrófitas del cauce y de *Cannaphila* por sustratos de tipo lodoso y aguas de regular calidad, condiciones que también se presentaron en las microcuencas estudiadas y que explican la importancia de estos géneros en la muestra.

Por otro lado, la alta riqueza de géneros de la familia Libellulidae concuerda con los datos de distribución y riqueza de adultos de la familia a nivel neotropical y regional (Arango y Roldán 1983, Bermúdez 2005, Urrutia 2005, Von-Ellenrieder y Garrison 2009, Ramírez 2010, Pérez-Gutiérrez y Palacino-Rodríguez 2011).

Hemiptera.

Los datos asociados a la composición de este orden en las quebradas estudiadas concuerdan con la mayor riqueza de Naucoridae y Veliidae reportadas para Sudamérica y a nivel regional (Aristizábal 2002, Molano *et al.* 2005, Parra-Trujillo *et al.* 2008, Posso y González 2008, Mazzucconi *et al.* 2009).

La mayoría de los géneros muestreados pertenecen a Nepomorpha, considerados los verdaderos representantes de Hemiptera en la comunidad bentónica de ambientes acuáticos. Dos familias (Gerridae y Veliidae) y sus cuatro géneros asociados, hacen parte de los Gerromorpha o Hemiptera de la película superficial (Aristizábal 2002, Roldán 2003, Posso y González 2008, Mazzucconi *et al.* 2009). Características particulares del microhábitat, como presencia mayoritaria de macrófitas en el lecho del cauce húmedo y predominio de corrientes lentas en algunas de estas pequeñas quebradas, aparentemente favorecen la presencia de un grupo de géneros minoritarios en la muestra, entre ellos *Belostoma, Hebrus* e *Hydrometra*, cuya aparición, en general, se relaciona mejor con ambientes lénticos que con cuerpos de agua corriente de diferente magnitud y caudal (Álvarez y Roldán 1983, Mazzucconi *et al.* 2009).

Diptera.

Este orden fue claramente dominante en las quebradas estudiadas, información que concuerda con aquella que se dispone a nivel neotropical (Bedoya y Roldán 1984, Roldán 2003, Lizarralde de Grosso 2009, Paggi 2009). En condiciones ambientales y rangos altitudinales similares, algunas quebradas del sur occidente colombiano también han reportado predominancia de este orden, representado principalmente por la familia Chironomidae (Chará *et al.* 2007, 2009, 2011, Giraldo *et al.* 2011).

Finalmente se resalta que a pesar de que Diptera y, en particular Chironomidae, es el componente de mayor presencia entre los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos y lénticos y en diferentes microhábitas, la información disponible aún es deficiente a nivel regional (Ospina-Torres *et al.* 1999, Ruíz-Moreno *et al.* 2000, Chará-Serna *et al.* 2009, Giraldo *et al.* 2011). La situación descrita es similar para anélidos hirudineos y oligoquetos, moluscos gasterópodos y planáridos, entre otros taxa, que conforman la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en las pequeñas quebradas asociadas a la cuenca del río La Vieja. La falta de resolución taxonómica e información acerca de su autoecología, dificulta cualquier aproximación e interpretación ecológica de estos grupos muy poco conocidos en el contexto regional y nacional.

En general, la abundancia relativa y absoluta de todos los órdenes recolectados, fluctuó de manera importante en las diferentes quebradas. Sin embargo, estas variaciones fueron más pronunciadas para Diptera, Gastropoda y Bivalvia. Además, se observó que las quebradas con mayor abundancia de estos órdenes fueron dominadas por alguno de ellos o la combinación de los tres, de manera que la representación de éstos en las quebradas oscilaba entre pocos individuos hasta ser casi la totalidad de la muestra de la quebrada. Esta tendencia es común en quebradas con fuerte influencia de agricultura

o cuando las pasturas de la matriz ganadera llegan hasta el cauce de la corriente y los índices de calidad del hábitat y de agua muestran deterioro ambiental (Chará *et al*. 2007, 2011, Giraldo *et al.* 2011).

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo evidencian que las quebradas de la cuenca del río La Vieja constituyen importantes reservorios de diversidad de organismos acuáticos. Esto es notable si se tiene en cuenta que los sistemas estudiados eran de tamaño reducido y estaban claramente impactados por actividades agropecuarias y resalta la necesidad de proteger y recuperar dichos ecosistemas.

Por otro lado, esta investigación corrobora la necesidad de abordar estudios en sistemática, taxonomía y ecología de aquellos taxa para los cuales existe un gran vacío, lo cual limita de manera importante los estudios ecológicos y, en particular, su utilización en bioindicación de calidad ambiental del recurso hídrico.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue desarrollada en el marco del proyecto “Desarrollo de servicios ambientales en paisajes ganaderos de la cuenca del Río La Vieja”, ejecutado por la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas sostenibles de Producción Agropecuaria-CIPAV, en convenio con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC (Convenio 202 de 2002). Agradecemos el apoyo brindado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS, por el Patrimonio Autónomo Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, La Tecnología y la Innovación, Francisco José De Caldas (Contrato 0313-2012). Al Laboratorio de Investigaciones Entomológicas de la Universidad del Valle por el apoyo logístico en el trabajo de identificación taxonómica y a Carlos Ríos de Wildlife Conservation Society (WCS), Programa Colombia, por la elaboración del mapa.

LITERATURA CITADA

Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV *Simposio del agua en Andalucía (SIAGA) Almeria,* Vol. II: 203-213.

Álvarez, L.F. y G. Roldán. 1983. Estudio del Orden Hemiptera (Heteroptera) en el departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas,* 12(14): 31-46.

Angrisano, E.B. y J.V. Sganga. 2009. Trichoptera. (pp. 255-308). En: Domínguez, E. y H. Fernández (Eds.). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología.* Primera Edición. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, Argentina.

Arango, M.C. y G. Roldán. 1983. Odonatos inmaduros del departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas* 12(46): 91-105.

Archangelsky, M., V. Manzo, M.C. Michat y P.L.M. Torres. 2009. Coleoptera. (pp. 411-468). En: Domínguez, E. y H. Fernández (Eds.). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología.* Primera Edición. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, Argentina.

Arias-Díaz, D.M., G. Reinoso-Flórez, G. Guevara-Cardona y F.A. Villa-Navarro. 2007. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia,* 29 (1): 177-194.

Aristizábal, H. 2002. Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia. Parte I. Familia Gerridae. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* Editores Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia.

Astudillo, M.R., M. del C. Zúñiga y R. González. 2005. Bioecología de ninfas de Odonata (Insecta) en cuerpos de agua lóticos y lénticos del suroccidente y centro de Colombia. (pp. 62). *Resúmenes VII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional sobre ríos y humedales neotropicales.* Ibagué, Colombia.

Ballesteros, Y.V., M. del C. Zúñiga & A.M. Rojas. 1997. Distribution and structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Colombia, and their relationships to water quality. (pp. 19-23). In: Holzenthal, R.W. y O.S. Jr. Flint (Eds.). *Proceedings of the 8th International Symposium on Trichoptera.* Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio, USA.

Barbour, M.T., J. Gerritsen, B. Snyder & J. Stribling. 1999. Rapid Bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. *U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water.* Washington D.C. USA.

Bedoya, I. y G. Roldán. 1984. Estudio de los dípteros acuáticos (Diptera) en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. *Revista Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas,* 2(2): 113-134.

Bermúdez, R.C. 2005. Clave para los imagos de los géneros de Libellulidae (Odonata: Anisoptera) del Valle del Cauca, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle,* 6(1): 7-22.

Bonada, N., N. Prat, V.H. Resh & B. Statzner. 2006. Developments in aquatic insect Biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology,* 51: 495-523.

Cardona, W., C. Cultid, M. del C. Zúñiga, J. Chará, A.M. Chará-Serna y L.P. Giraldo. 2009. Diversidad de géneros de Ephemeroptera, Coleoptera y Trichoptera en la cuenca media-alta del río Otún, Risaralda, Colombia. (pp. 166). *Resúmenes XXXVI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología*, Medellín.

Casas, L., K.E. Córdoba-Aragón, S. Asprilla-Murillo y Z. Mosquera. 2006. Composición y distribución del orden Ephemeroptera en los ríos Tutunendo y Catugadó, Quibdó-Chocó (Colombia). *Asociación Colombiana de Limnología -Neolimnos,* 1: 92-97.

Caupaz-Flórez, F., G. Reinoso., G. Guevara. y F.A. Villa. 2006. Diversidad y distribución de la familia Elmidae (Insecta: Coleoptera) en la cuenca del río Prado (Tolima, Colombia). *Asociación Colombiana de Limnología -Neolimnos,* 1: 106-116.

Chará, J. 2004. Manual de evaluación biológica de ambientes

acuáticos en microcuencas ganaderas. 2. ed., *Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria - CIPAV*. Cali, Colombia.

Chará, J., G. Pedraza, L.P. Giraldo y D. Hincapié. 2007. Efecto de corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. *Revista Agroforestería de las Américas* 45, Artículo 8.

Chará, J., M. del C. Zúñiga, L.P. Giraldo, G. Pedraza, M. Astudillo, L. Ramírez y C.E. Posso. 2009. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en quebradas de la cuenca del río La Vieja, Colombia. (pp. 129-142). *En:* Rodríguez, J.M., J.C. Camargo, J. Niño, A.M. Pineda, L.M. Arias, M.A. Echeverry y C.L. Miranda (Eds.) *Valoración de la Biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero*. Centro de Investigación y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genéticos, CIEBREG. Pereira, Colombia.

Chará . J., L.P. Giraldo, M. del C. Zúñiga, A.M. Chará-Serna y G.X. Pedraza. 2011. Cambios en el ambienta acuático asociados a la restauración del corredor ribereño en una quebrada afectada por ganadería en la cuenca del río La Vieja, Colombia. (pp. 564-572). *En:* O. Vargas-Ríos & S.P. Reyes (Eds*.). La restauración ecológica en la práctica: Memorias I Congreso Colombiana de Restauración ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica.* Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Santafé de Bogotá.

Chará-Serna, A.M., M. del C. Zúñiga y J. Chará. 2009. Diversidad de Chironomidae (Insecta: Diptera) asociados a hojarasca en quebradas de la cuenca del río Otún (Risaralda, Colombia). *En: Resúmenes del XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología*. Medellín.

Chará-Serna, A.M., J. Chará, M. del C. Zúñiga, G.X. Pedraza y L.P. Giraldo. 2010. Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *Universitas Scientiarum,* 15(1): 27-36.

Chará-Serna, A.M., J. Chará, M. del C. Zúñiga, R.G. Pearson & L. Boyero. 2012. Diets of leaf litter-associated invertebrates in three tropical streams. *International Journal of Limnology,* 48:139-144.

Correa, M., T. Machado y G. Roldán. 1981. Taxonomía y ecología del orden Trichoptera en el Departamento de Antioquia a diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas*, 10 (36): 35-48.

Dias, L.G., M. del C. Zúñiga y T. Bacca. 2009. Estado actual del conocimiento de Ephemeroptera (Insecta) en Colombia (pp. 236-253). *Memorias XXXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología.* Medellín.

Dinius, S. H. 1987. Design of a water quality index. *Water Research Bulletin*, 23:883-843.

Domínguez, E., C. Molineri, M.L. Pescador, M.D. Hubbard & C. Nieto. 2006. Ephemeroptera of South America. En: Adis, J., J.R. Arias, G. Rueda-Delgado y K.M. Wantzen (Eds.). *Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA). Vol. 2.* Pensoft, Sofia-Moscow.

Domínguez, E. y H. R. Fernández (Eds.). 2009. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología.* Primera Edición. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, Argentina.

García, J.F., J. Cantera, M. del C. Zúñiga y J. Montoya. 2009. Estructura y diversidad de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca baja del río Dagua (andén pacífico vallecaucano, Colombia). *Revista de Ciencias de la Universidad del Valle,* 13: 27-48.

Giraldo, L.P., J. Chará, M. del C. Zúñiga, G.X. Pedraza y A.M. Chará-Serna. 2011. Efectos de los corredores ribereños sobre características biótica y abióticas de quebradas ganaderas en la cuenca del río La Vieja, Colombia. (pp. 583-591). En: O. Vargas-Ríos & S.P. Reyes (Eds.). *La restauración ecológica en la práctica: Memorias I Congreso Colombiana de Restauración ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica*. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Santafé de Bogotá.

Gordon, N., T. McMahon & B. Finlayson. 1992. *Stream Hydrology: An introduction to ecologists, West Sussex.* John Wiley & Sons Ltd.

Guevara-Cardona, G., E. O. López-Delgado, G. Reinoso-Flórez & F. Villa-Navarro. 2007. Structure and distribution of the Trichoptera fauna in a Colombian Andean river basin (Prado, Tolima) and their relationship to water quality. (pp. 129-134). In: Bueno Soria, J., R. Barba-Alvarez & B. Armitage (Eds.). *Proceeding of the XII th International Symposium on Trichoptera.* The Caddis Press.

Gutiérrez-Chacón, C., M. del C. Zúñiga, P. M. Von Bodegom, J. Chará & L.P. Giraldo. 2009. Rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in Neotropical riverine landscapes: characterizing their distribution. *Insect Conservation and Diversity,* 2: 106-115.

Gutiérrez, C. y G. Reinoso-Flórez. 2010. Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento del Tolima, Colombia: listado preliminar. *Biota Colombiana*, 11(1y2): 23-32.

Jacobsen, D., R. Schultz & A. Encalada. 1997. Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater Biology,* 38: 247-261.

Lizarralde de Grosso, M. 2009. Diptera. (pp. 341- 362). En: Domínguez, E y H.R. Fernández (Eds.). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. Primera edición. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, Argentina.

Manzo, V. 2005. Key to the South American genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data. *Studies on Neotropical Fauna and Environment,* 40(3): 201-208.

Mazzucconi, S.A., R.M. López y A.O. Bachmann. 2009. Hemiptera- Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha. (pp. 168-231). En: Domínguez, E y H.R. Fernández (Eds.). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología.* Primera edición. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, Argentina.

Meza, A.M., J. Rubio, L. Dias y J. Walteros. 2012. Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la

subcuenca alta del Río Chinchiná. *Caldasia,* 34(2): 443-456

Molano, F., A. Cardona, A.L. García, A.F. Castro, C. Rivera, D. Parra., H. Suárez., I. Rodríguez., J. Valencia y M. Restrepo. 2005. Contribución al conocimiento de chinches acuáticos y semi acuáticos de la Reserva la Montaña del Ocaso, Quimbaya, Quindio. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas,* 17: 210- 218.

Montoya, D.M y R. González. 2008. Ephemeropteros (Ephemeroptera: Insecta) asociados a una quebrada de segundo orden en Isla de Palma (Bahía Málaga, Pacífico colombiano). *En: Resúmenes XXXV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología*. Cali, Colombia.

Mosquera, S., M. del C. Zúñiga y G. Guevara. 2002. Diversidad y distribución de coleópteros acuáticos y semiacuáticos con énfasis en la familia Elmidae en el suroccidente colombiano. *En: Resúmenes V Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional de Limnología del alto Amazonas.* Leticia, Colombia.

Muñoz, D. y Ospina, R. 1999. Guía para la identificación genérica de los Ephemeroptera de la Sabana de Bogotá, Colombia. Ninfas y algunos géneros de adultos. *Actualidades Biológicas,* 21(70): 47-60.

Muñoz-Quesada, F. 2000. Especies del Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia. *Biota Colombiana*, 1: 267 – 288.

Muñoz-Quesada, F. 2004. El orden Trichoptera (Insecta) en Colombia: II inmaduros y adultos, consideraciones generales. (pp. 319-349). *En:* Fernández, F., M.G. Andrade y G. Amat (Eds.). *Insectos de Colombia Vol. 3.* Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Santafé de Bogotá, Colombia.

Ospina-Torres, R., W. Riss y J.L. Ruíz. 1999. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae) de la Sabana de Bogotá. *En:* Amat, G., M.G. Andrade y F. Fernández. (Eds.) *Insectos de Colombia Vol. 2*. Academia Colombiana de Ciencias exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Alvarez Lleras No 13. Santafé de Bogotá, Colombia.

Ott, R.W. 1981. Water pollution índices. (pp. 203-213). *In: Environmental Indices. Theory and Practice.* Ann Arbor Science Publishers Inc. Michigan.

Paggi, A.C. 2009. Diptera Chironomidae. 2009. (pp. 383-409). *En:* Domínguez, E y H. R. Fernández (Eds.). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología.* Primera edición. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina

Parra-Trujillo, Y.T., G. Reinoso-Flórez, G. Guevara-Cardona y C. Gutiérrez. 2008. Diversidad y distribución de los hemípteros (Hemiptera: Heteroptera) en la cuenca del río Totaré (Tolima, Colombia). *En: Resúmenes VIII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional de cuencas bajas y estuarinas.* Cali, Colombia.

Pérez-Gutiérrez, L.A. & F. Palachino-Rodríguez. 2011. Updated checklist of the Odonata known from Colombia. *Odonatologica,* 40: 203-225.

Posada, J.A., G. Roldán y J.J. Ramírez. 2000. Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la Quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical,* 48: 59-70.

Posada, J. A. y G. Roldán. 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el nor-occidente de Colombia. *Caldasia*, 25(1): 169-192.

Posso, C. E. y O.R. González. 2008. Gerridae (Hemiptera: Heteroptera) del Museo Entomológico de la Universidad del Valle. *Revista Colombiana de Entomología,* 34(2): 230-238.

Ramírez, A. 2010. Odonata. (pp. 97-136). *En:* Springer, M., A. Ramírez y P. Hanson (Eds.). *Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica I. Biología Tropical*, 58 (Supl 4).

Ramírez, J.J., G. Roldán & G.A. Yepes. 2004. Altitudinal variation of the numerical structure and biodiversity of the taxocenosis of Ephemeroptera in the south, north and central regions of the Department of Antioquia, Colombia. *Acta Limnologica Brasilera*, 16(4): 329-339.

Roldán, G. 1980. Estudio limnológico de cuatro ecosistemas neotropicales diferentes con especial referencia a su fauna de efemerópteros. *Actualidades Biológicas*, 9 (34): 103-117.

Roldán, G. 1985. Contribución al conocimiento de las ninfas de efemerópteros en el Departamento de Antioquia. *Actualidades Biológicas*, 14 (51): 3-13.

Roldán, G. 2003. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col.* Medellín, Editorial Universidad de Antioquia.

Ruíz-Moreno, J., R. Ospina-Torres y W. Riss. 2000. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. II. Subfamilia Chironominae. *Caldasia,* 22(1): 15-33.

Sadeghian, S., J. Rivera y M. Gómez. 1999. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. (pp.123-142). *En:* Sánchez, M, M. Rosales (Eds.). *Agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO, Producción y Sanidad Animal No. 143.* Roma, Italia.

Springer, M., A. Ramírez y P. Hanson. 2010. Macroinvertebrados de Agua dulce de Costa Rica I. *Revista de Biología Tropical,* 58 (Supl. 4)

Stark, B.P., C. Froehlich & M. del C. Zúñiga. 2009. South American Stoneflies (Plecoptera). *In:* Adis, J., J.R. Arias, S. Golovatch, K.M. Wantzen y G. Rueda-Delgado (Eds.): *Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA). Vol. 4.* Pensoft, Sofia-Moscow.

Stein, H., M. Springer & B. Kohlmann. 2008. Comparison of two sampling methods for biomonitoring using aquatic macroinvertebrates in the Dos Novillos River, Costa Rica. *Ecological Engineering*, 34: 267- 275.

Tamaris-Turizo, C., R. Turizo-Correa y M del C. Zúñiga. 2007. Distribución espacio-temporal y hábitos alimentarios de ninfas de *Anacroneuria* (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia). *Caldasia,* 29(2): 375-385.

Urrutia, M. X. 2005. Riqueza de especies de Odonata (Zygoptera) por unidades fisiográficas en el Departamento del Valle del Cauca. *Boletín del Museo de Entomología de*

la Universidad del Valle, 6(2):30-36.

Vásquez-Ramos, J.M., F. Ramírez-Díaz y G. Reinoso-Flórez. 2010. Distribución espacial y temporal de los tricópteros inmaduros en la cuenca del río Totaré (Tolima-Colombia). *Caldasia,* 32(1): 129-148.

Von-Ellenrieder, N. y R.W. Garrison. 2009. Odonata. (pp. 96-143). *En:* Domínguez, E. y H. Fernández (Eds*.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología.* Primera Edición. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, Argentina.

Zúñiga, M. del C. y W. Cardona. 2009. Bioindicadores de calidad de agua y caudal ambiental. (pp. 167-197). *En:* Cantera J., J. Carvajal y L.M. Castro (Eds.). *Caudal ambiental: conceptos, experiencias y desafíos.* Programa editorial de la Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Zúñiga, M. del C., C. Molineri y E. Domínguez. 2004. El Orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia. (pp. 17-45). *En:* Fernández, F., M.G. Andrade y G. Amat (Eds.). *Insectos de Colombia Vol. 3.* Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Santafé de Bogotá, Colombia.

Zúñiga, M. del C., A.M. Rojas y G. Caicedo. 1993. Indicadores ambientales de calidad de agua en la cuenca del río Cauca. *Revista Asociación de Ingenieros Sanitarios de Antioquia-AINSA,* 13(2): 17-28.

Zuñiga, M. del C., A.M. Rojas de Hernández y C. Serrato. 1994. Interrelación de índices ambientales de calidad en cuerpos de aguas superficiales del Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología,* 20 (2): 124 - 130.

Zúñiga, M. del C., A.M. Rojas & S. Mosquera. 1997. Bioecological aspects on Ephemeroptera in the Southwest of Colombia. (pp. 261-268). In: Landolt P. & M. Sartori (Eds.). *Ephemeroptera y Plecoptera: Biology-Ecology-Systematic.* MTL. Friburg.

Zúñiga, M. del C. 2010. Diversidad, distribución y ecología del orden Plecoptera (Insecta) en Colombia, con énfasis en *Anacroneuria* (Perlidae). *Momentos de Ciencia*, 7: 101-112.

Recibido:
Aceptado:

Cuadro 1. Resumen de las características bióticas y abióticas en 28 quebradas de la región andina colombiana (Cuenca del río La Vieja).

Parámetro	Promedio	Mínimo	Máximo
Altura sobre el nivel del mar (m)	1333	1060	1534
Temperatura del agua (°C)	20.9	19.5	24.2
Caudal (l/seg)	7.3	0.5	31.4
Dimensiones del cauce			
Ancho húmedo (cm)	162.9	45.7	605.7
Profundidad (cm)	9.8	3.9	19.6
Tipo de sustrato			
% Piedras (> 5cm)	26.6	0	90
% Grava (0.2 - 5cm)	11	0	40
% Fino (< 0.2cm)	62.8	0	100
Tipo de corriente			
% Turbulencias	9.2	0	80
% Corriente rápida	44.2	0	100
% Corriente lenta	38.3	0	100
% Piscinas	5	0	35
Comunidad de macroinvertebrados			
Abundancia total	1153	76	6586
Riqueza total de taxa	32	17	54
Índice de diversidad de Shannon	2.02	0.84	2.89
Índice de dominancia de Simpson	0.28	0.08	0.84
Índice biótico BMWP-Univalle[1]	100.4	36	163
Índice de calidad de agua (ICA-FSN)[2]	60.6	38.8	79.7
Índice de calidad de hábitat (ICH)[3]	103.2	57	137

[1] Zúñiga y Cardona 2009, [2] Ott 1981, [3] Barbur 1999, Chará 2004

Cuadro 2. Macroinvertebrados bentónicos en 28 quebradas de la región andina colombiana (cuenca del río La Vieja).

				QUEBRADAS																											
CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Insecta	**Ephemeroptera**	Baetidae	*Americabaetis*	x		x	x			x				x	x	x	x										x			x	x
			Baetodes													x										x		x	x		x
			Callibaetis																		x		x	x							
			Camelobaetidius													x											x		x		
			Prebaetodes																									x			
			Zelusia	x																				x			x	x			
		Caenidae	*Caenis*															x					x			x			x		
		Leptohyphidae	*Haplohyhes*	x					x								x														
			Leptohyphes	x		x	x	x	x		x	x	x		x	x										x	x	x	x	x	
			Tricorythodes	x					x								x			x				x		x	x			x	
		Leptophlebiidae	*Farrodes*			x	x	x	x			x		x	x	x	x			x						x	x	x	x	x	x
			Thraulodes																	x						x	x	x			
	Plecoptera	Perlidae	*Anacroneuria*		x					x			x														x				
	Megaloptera	Corydalidae	*Corydalus*																							x	x				
	Trichoptera	Calamoceratidae	*Phylloicus*			x	x		x	x				x	x	x	x		x				x			x					
		Glossosomatidae	*Mortoniella*													x															
		Helicopsychidae	*Helicopsyche*				x						x	x							x						x	x	x	x	x
		Hydrobiosidae	*Atopsyche*										x			x											x	x	x	x	x
		Hydropsychidae	*Leptonema*	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x		x	x		x	x	x	x	x	x
			Smicridea	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x			x	x	x	x	x	x
		Leptoceridae	*Atanatolica*			x	x			x		x	x	x							x								x		
			Nectopsyche			x	x	x	x			x															x				
Insecta	**Trichoptera**	Leptoceridae	*Oecetis*	x		x	x		x			x	x		x	x	x				x		x			x			x	x	
			Trianodes														x														
			Triplectides		x	x	x		x	x		x		x		x	x				x		x			x				x	
		Odontoceridae	*Marilia*		x																										

Cuadro 2. Macroinvertebrados bentónicos en 28 quebradas de la región andina colombiana (cuenca del río La Vieja).

				QUEBRADAS																											
CLASE	**ORDEN**	**FAMILIA**	**GENERO**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
		Philopotamidae	*Chimarra*	x		x		x	x		x	x	x		x	x	x			x							x		x		x
		Polycentropodidae	*Polycentropus*																										x		x
	Odonata																														
	Anisoptera	Aeshnidae																				x	x	x	x						
		Gomphidae	*Progomphus*	x		x	x				x	x	x	x	x	x										x	x	x	x	x	x
		Libellulidae	*Brechmorhoga*				x								x											x	x	x	x	x	
			Cannaphila		x				x	x				x		x	x	x	x		x			x							
			Dythemis							x																					
			Libellula															x													
			Macrothemis											x											x						
			Micratyria																				x								
			Orthemis															x			x		x		x						
			Perithemis											x	x		x	x													
	Zigoptera	Calopterygidae	*Hetaerina*	x	x	x	x		x	x		x		x		x				x							x	x	x	x	x
		Coenagrionidae	*Argia*		x		x	x	x	x		x		x	x		x		x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	
			Nehalennia																				x								
		Megapodagrionidae								x										x						x				x	x
		Polythoridae						x		x																					
	Hemiptera	Belostomatidae	*Belostoma*																		x	x	x	x							
Insecta	**Hemiptera**	Gelastocoridae	*Gelastocoris*											x					x		x										
		Gerridae																					x								
			Limnogonus							x																					
		Hebridae	*Hebrus*										x																x	x	
		Hydrometridae	*Hydrometra*											x																	
		Mesoveliidae	*Mesovelia*				x							x										x							
		Naucoridae	*Limnocoris*			x	x		x								x			x							x	x	x	x	x
		Veliidae	*Microvelia*																											x	
			Paravelia																											x	

Cuadro 2. Macroinvertebrados bentónicos en 28 quebradas de la región andina colombiana (cuenca del río La Vieja).

				QUEBRADAS																											
CLASE	**ORDEN**	**FAMILIA**	**GENERO**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
			Rhagovelia	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x												x	x	x	x
	Lepidoptera	Pyralidae	*Petrophila*											x			x											x			
			Acentria				x														x		x					x			
			Crambus														x			x	x		x					x			
		Noctuidae				x								x					x												
	Coleoptera	Curculionidae					x																x		x						
		Dryophthorinae																			x										
		Erirhininae																			x	x		x	x						
		Chrysomelidae																			x										
		Dryopidae	*Driops*																x												
			Elmoparnus																											x	
		Dytiscidae	*Celina*																			x									
		Elmidae	*Heterelmis*	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x						x	x	x	x	x	x
			Hexacylloepus			x	x	x				x		x	x												x	x	x	x	x
Insecta	**Coleoptera**	Elmidae	*Macrelmis*		x		x						x	x	x	x	x		x					x		x	x	x	x	x	x
			Microcylloepus											x														x	x	x	x
			Neoelmis																									x	x	x	
		Epimetopidae																					x								
		Hydrophilidae				x	x								x		x				x	x	x	x	x				x		
		Lampyridae				x	x	x			x			x	x	x	x	x			x		x							x	x
		Melyridae							x										x					x	x	x					
		Noteridae												x							x	x	x								
		Psephenidae	*Psephenus*																	x								x			
		Ptilodactylidae	*Anchitarsus*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x					x	x	x	x	x	x
		Scirtidae	*Elodes*											x							x	x	x	x				x		x	x
		Staphylinidae																													
		Oxytelinae	*Anotylus*				x														x						x				
		Paederinae	*Homaeotarsus*												x																

Cuadro 2. Macroinvertebrados bentónicos en 28 quebradas de la región andina colombiana (cuenca del río La Vieja).

				QUEBRADAS																											
CLASE	**ORDEN**	**FAMILIA**	**GENERO**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
		Steninae	*Stenus*			x	x				x			x	x						x	x	x								
		Staphylininae	*Acylophorus*																				x								
			Lissohypnus								x																				
	Diptera	Ceratopogonidae	*Atrichopogon*				x							x						x	x	x								x	
			Culicoides				x		x					x										x			x	x		x	
			Ceratopogon		x	x	x					x	x	x							x									x	
			Forcipomyia				x		x														x						x		
		Chironomidae		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Culicidae														x						x									
Insecta	**Diptera**	Dixidae	*Dixella*				x			x				x			x									x					x
		Dolichopodidae					x																								
		Empididae	*Hemerodromia*															x			x										
		Ephydridae																			x	x				x					
		Muscidae					x						x	x	x	x		x	x												
		Sciomyzidae									x																				x
		Simuliidae	*Gigantodax*	x			x					x		x		x				x							x	x	x	x	x
			Simulium	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x			x		x	x	x	x	x	x
		Stratiomyidae	*Allognosta*							x																		x			
			Caloparyphus				x																						x		
			Euparyphus				x															x							x		
			Nemotelus											x			x		x												
			Odontomyia				x		x	x	x	x		x	x		x		x		x	x	x	x	x			x		x	x
			Stratiomyis					x	x																x						
		Tabanidae																					x								
		Tipulidae	*Gonomyia*			x	x		x	x	x		x	x	x				x		x		x				x	x	x	x	x
			Hexatoma		x	x	x		x	x			x	x					x							x	x			x	
			Leptotarsos																x			x								x	
			Limonia			x	x	x	x	x	x			x	x												x				

Cuadro 2. Macroinvertebrados bentónicos en 28 quebradas de la región andina colombiana (cuenca del río La Vieja).

				QUEBRADAS																											
CLASE	**ORDEN**	**FAMILIA**	**GENERO**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
			Prionocera											x								x									
			Tipula	x			x							x							x	x	x								
		Psychodidae	*Pericoma*												x		x														x
Crustacea	**Amphipoda**	Hyalellidae									x			x							x										
Crustacea	**Decapoda**	Pseudothelpusidae				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x				x	x		x	x		x		x
Arachnoidea	**Acari**	Hidachnidae					x						x					x				x									
Turbellaria	**Tricladida**	Dugesiidae									x			x							x	x	x	x					x		
Oligochaeta	**Haplotaxida**			x		x		x		x		x	x	x					x		x	x	x			x					
Hirudinea	**Rhynchobdella**	Glossiphoniidae																x			x	x	x		x						
Gastropoda	**Mesogastropoda**	Hydrobiidae				x		x			x						x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
		Thiaridae															x							x							
	Basommatophora	Physidae	*Physa*															x			x			x	x						
		Lymneidae									x			x							x	x		x	x						
		Ancylidae																x		x	x		x								
		Planorbiidae															x	x		x	x	x	x	x	x				x		
Bivalvia	**Veneroida**	Sphaeriidae		x	x	x	x		x		x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	